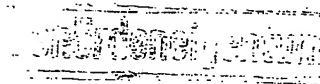




DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑳ Aktenzeichen: P 37 19 083.0-34  
㉑ Anmeldetag: 6. 6. 87  
㉒ Offenlegungstag: —  
㉓ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 1. 9. 88



DE 37 19083 C1

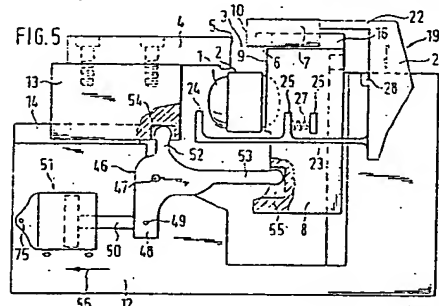
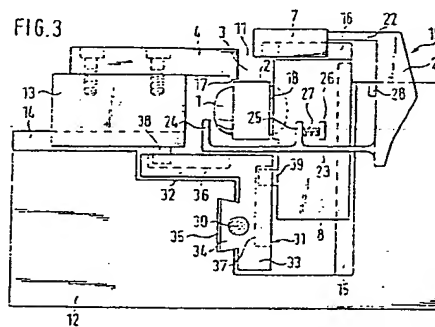
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉔ Patentinhaber:  
Stapla Ultraschall-Technik GmbH, 6000 Frankfurt, DE  
㉕ Vertreter:  
Oppermann, E., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 6050  
Offenbach

㉖ Erfinder:  
Nuss, Lothar, Ing.(grad.), 6050 Offenbach, DE  
㉗ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 35 29 943 A1  
DE 35 08 122 A1

㉘ Verfahren zum Verbinden elektrischer Leiter und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Es wird ein Verfahren zum Ultraschallschweißen von elektrischen Leitern vorgeschlagen, bei welchem die in einem Verdichtungsraum vorgenommene Verdichtung der elektrischen Leiter in zwei Verdichtungsphasen erfolgt, bei welchen die elektrischen Leiter zunächst im wesentlichen in vertikaler Richtung und anschließend sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung verdichtet werden, wobei während der zweiten bewegungsüberlagerten Verdichtungsphase die Ultraschalleinwirkung zum Verschweißen der elektrischen Leiter erfolgt. Zur Durchführung dieses Verfahrens und abgewandelter Verfahren werden mehrere Ausführungsformen einer Vorrichtung beschrieben, deren gemeinsames Merkmal die parallel zur Sonotrodenfläche (2) verschiebbare Lagerung eines Querhaupts (7) an einem zweiten vertikal verschiebbaren Amboßteil (8) ist, wobei das Querhaupt (7) mit einer in seiner Schieberichtung wirksamen Antriebsvorrichtung (19) verbunden ist.



DE 37 19083 C1

1. Verfahren zum Verbinden elektrischer Leiter wie Litzen mittels Ultraschall in einem querschnittsveränderbaren Verdichtungsraum, der durch eine etwa horizontale Sonotrodenfläche und drei relativ dazu teils in horizontaler und teils in vertikaler Richtung verschiebbare Amboßflächen begrenzt ist, wobei zunächst die elektrischen Leiter in den nach einer Seite hin geöffneten Verdichtungsraum eingelegt werden, worauf der Verdichtungsraum durch Verschieben der ersten Amboßfläche geschlossen wird, wonach die Höhe des Verdichtungsraums durch gemeinsames vertikales Verschieben der zweiten Amboßfläche, die der Sonotrodenfläche gegenüberliegt, und der dritten Amboßfläche, die der ersten Amboßfläche gegenüberliegt, unter Verdichtung der elektrischen Leiter verringert wird, wobei die Ultraschalleinwirkung während der Verdichtung vorgenommen wird, worauf schließlich der Verdichtungsraum durch Verschieben aller Amboßflächen in ihrer Ausgangslage geöffnet und die verbundenen Leiter daraus entnommen werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach einer ersten Verdichtungsphase für die Leiter durch gemeinsames vertikales Verschieben der zweiten und dritten Amboßfläche eine zweite Verdichtungsphase durch gemeinsames horizontales Verschieben der ersten und zweiten Amboßfläche bei gleichzeitiger Fortsetzung der gemeinsamen Vertikalverschiebung der zweiten und dritten Amboßfläche durchgeführt wird, wobei die Ultraschalleinwirkung während der zweiten Verdichtungsphase vorgenommen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verschiebungen der drei Amboßflächen durch mechanische Kopplung vorgenommen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die drei Amboßflächen entsprechend einer Programmsteuerung verschoben werden.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß zum Einlegen und Entnehmen der Leiter in den bzw. aus dem Verdichtungsraum die zweite Amboßfläche soweit verschoben wird, bis sie sich außerhalb des Verdichtungsraums befindet.

5. Vorrichtung zum Verbinden elektrischer Leiter wie Litzen durch Ultraschall, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, umfassend eine Ultraschallschwingungen erzeugende Sonotrode, einen als Gegenwerkzeug dienenden mehrteiligen Amboß und einen von drei Amboßflächen und einer Sonotrodenfläche begrenzten querschnittsveränderbaren Verdichtungsraum für die elektrischen Leiter, dessen Längsachse parallel zu den zu verbindenden Leitern verläuft und dessen Stirnseiten zum Durchführen der Leiter geöffnet sind, wobei ein die erste Amboßfläche aufweisendes erstes Amboßteil parallel zu der Sonotrodenfläche und diese mit engem Luftspalt überlappend verschiebbar gelagert ist, während die zweite und dritte Amboßfläche an einem zweiten Amboßteil vorgesehen sind, welches entlang der der ersten Amboßfläche gegenüberliegenden dritten Amboßfläche unter Einhaltung eines engen Luftspalts zu einer ihr benachbarten parallelen Fläche der Sonotrode verschiebbar gelagert

ist, und mit einem Querhaupt verbunden ist, an welchem sich die der Sonotrodenfläche gegenüberliegende zweite Amboßfläche und eine Anschlagfläche für die erste Amboßfläche befinden, wobei beide Amboßteile mit einer Antriebsvorrichtung für die Schiebebewegungen in Verbindung stehen, dadurch gekennzeichnet, daß das Querhaupt (7) parallel zur Sonotrodenfläche (2) verschiebbar an dem zweiten Amboßteil (8) gelagert ist und mit einer in Schieberichtung wirksamen Antriebsvorrichtung (19; 59, 68, 65; 71, 74) verbunden ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebsvorrichtung eine fest mit dem Querhaupt (7) verbundene Mitnehmereinrichtung (19) ist, auf die das erste Amboßteil (4) oder ein zusammen mit dem ersten Amboßteil verschiebbares Bauteil (13) auftrifft, bevor die erste Amboßfläche (5) kraftschlüssig an die Anschlagfläche (10) des Querhaupts (7) angedrückt werden kann.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Querhaupt (7) aus einer den Verdichtungsraum (3) begrenzenden Stellung gegen die Kraft einer Rückstellfeder (27) verschiebbar ist.

8. Vorrichtung nach den Ansprüchen 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Amboßteil (4) und das zweite Amboßteil (8) eine gemeinsame Antriebsvorrichtung (29, 30; 51, 50) aufweisen, die an ein bewegbar gelagertes Steuerglied (31; 46) angreift, welches mit zwei Stellelementen (36, 37; 52, 53) versehen ist, die mit jeweils zugeordneten Gegenelementen (38, 39; 54, 55) am ersten und zweiten Amboßteil (4, 8) eingreifen.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerglied ein parallel zur Längsachse des Verdichtungsraums (3) verschiebbar gelagerter Winkelschieber (31) ist, dessen einer Schenkel (32) dem ersten Amboßteil (4) und dessen anderer Schenkel (33) dem zweiten Amboßteil (8) zugekehrt ist, wobei in beiden Schenkeln als Stellelemente ausgebildete Steuerschlitze (36, 37) vorgesehen sind, in welche an den beiden Amboßteilen (4, 8) oder an mit den Amboßteilen verbundenen Bauteilen (13) befestigte als Kulissengleitbolzen (38, 39) ausgebildete Gegenelemente eingreifen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerglied als dreiarmer Hebel (46) ausgebildet ist, der an seinem mittleren Bereich um einen zur Längsachse des Verdichtungsraums (3) parallelen Schwenkbolzen (47) schwenkbar gelagert ist, mit einem Arm (48) an die ebenfalls schwenkbar gelagerte (75) Antriebsvorrichtung (51, 50) angelenkt ist und mit seinen beiden anderen Armen (52, 53), deren Enden die Stellelemente bilden, in die Gegenelemente bildende Ausnehmungen (54, 55) in den beiden Amboßteilen (4, 8) oder in mit den Amboßteilen verbundenen Bauteilen (13) eingreifen.

11. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebsvorrichtung für das Querhaupt (7) ein nachlaufreier elektrischer Stellmotor (59) ist, der mit einer antreibbaren Stellgewindespindel (68) in eine am Querhaupt befestigte Stellgewindemutter (65) eingreift.

12. Vorrichtung nach den Ansprüchen 5 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß auch dem ersten und dem zweiten Amboßteil (4, 8) jeweils ein nachlaufreier elektrischer Stellmotor (57, 58) als Antriebsvorrichtung für die Schiebebewegungen zugeord-

net ist, der mit einer antreibbaren Stellgewindespindel (66, 67) in eine am zugeordneten Amboßteil oder einem damit verbundenen Bauteil befestigten Stellgewindemutter (63, 64) eingreift.

13. Vorrichtung nach den Ansprüchen 5, 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebsvorrichtung für das Querhaupt (7) und/oder die Antriebsvorrichtung für mindestens eines der Amboßteile (4, 8) als Druckmittelzylinder- und -kolbenanordnung ausgebildet ist.

### Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Verbinden elektrischer Leiter wie Litzen mittels Ultraschall in einem querschnittsveränderbaren Verdichtungsraum, der durch eine etwa horizontale Sonotrodenfläche und drei relativ dazu teils in horizontaler und teils in vertikaler Richtung verschiebbare Amboßflächen begrenzt ist, wobei zunächst die elektrischen Leiter in den nach einer Seite hin geöffneten Verdichtungsraum eingelegt werden, worauf der Verdichtungsraum durch Verschieben der ersten Amboßfläche geschlossen wird, wonach die Höhe des Verdichtungsraums durch gemeinsames vertikales Verschieben der zweiten Amboßfläche, die der Sonotrodenfläche gegenüberliegt, und der dritten Amboßfläche, die der ersten Amboßfläche gegenüberliegt, unter Verdichtung der elektrischen Leiter verringert wird, wobei die Ultraschalleinwirkung während der Verdichtung vorgenommen wird, worauf schließlich der Verdichtungsraum durch Verschieben aller Amboßflächen in ihrer Ausgangslage geöffnet und die verbundenen Leiter daraus entnommen werden. Die Erfindung schließt auch Vorrichtungen insbesondere zur Durchführung des Verfahrens ein.

Für die Durchführung des vorstehenden Verfahrens geeignete Vorrichtungen sind bekannt (DE-OS 35 08 122, DE-OS 35 29 943). Nach dem Stande der Technik werden die durch Ultraschallschweißung zu verbindenden elektrischen Leiter nach dem Einlegen in den auf den gewünschten Querschnitt eingestellten Verdichtungsraum und dem Schließen desselben durch Horizontalverschiebung eines ersten Amboßteils (DE-OS 35 08 122) bzw. durch Vertikalverschiebung eines Riegels (DE-OS 35 29 943) ohne Veränderung der Breite des Verdichtungsraums durch Vertikalverschiebung der zweiten und dritten Amboßfläche verdichtet und dabei den von der den Verdichtungsraum von unten begrenzenden Sonotrodenfläche ausgehenden Ultraschallschwingungen ausgesetzt.

Der hierdurch erzielte Leiterknoten besitzt den Querschnitt eines liegenden Rechtecks. Bei geeigneter Festlegung der Querschnittsabmessungsverhältnisse und richtiger Verfahrensführung werden mit dem bekannten Verfahren gute Schweißergebnisse erzielt. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß die Verdichtung der Leiter über den Knotenquerschnitt nicht vollständig gleichmäßig ist. Insbesondere hängt der erzielbare Verdichtungsgrad von der Höhenlage der betrachteten Querschnittsstelle im Leiterknoten ab.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und besonders zur Verfahrensdurchführung geeignete Vorrichtungen bereitzustellen, mit dessen bzw. deren Hilfe eine weitere Vergleichmäßigung der Leiterverdichtung im Knotenquerschnitt erreichbar ist.

Die gestellte Aufgabe wird ausgehend von der eingangs angegebenen Verfahrensgattung dadurch gelöst,

daß nach einer ersten Verdichtungsphase für die Leiter durch gemeinsames vertikales Verschieben der zweiten und dritten Amboßfläche eine zweite Verdichtungsphase durch gemeinsames horizontales Verschieben der ersten und zweiten Amboßfläche bei gleichzeitiger Fortsetzung der gemeinsamen Vertikalverschiebung der zweiten und dritten Amboßfläche durchgeführt wird, wobei die Ultraschalleinwirkung während der zweiten Verdichtungsphase vorgenommen wird.

Die Besonderheit des erfindungsgemäßen Verfahrens gegenüber dem Verfahren nach dem Stande der Technik besteht in der Aufteilung des Leiterverdichtungs Vorganges in zwei unterschiedliche Verdichtungsphasen, wobei in der ersten Verdichtungsphase die Verdichtungsbewegung in senkrechter Richtung und ohne Ultraschalleinwirkung erfolgt, während in der zweiten Verdichtungsphase die Verdichtungsbewegung eine überlagerte Bewegung ist, die sowohl in senkrechter als auch in horizontaler Richtung, und zwar bei Ultraschalleinwirkung erfolgt. In der zweiten Verdichtungsphase nimmt demgemäß sowohl die Höhe als auch die Breite des Leiterknotens ab. Es wurde gefunden, daß hiermit eine im wesentlichen über den vollen Leiterquerschnitt reichende sehr gleichmäßige Leiterverdichtung erhalten wird. Dementsprechend ist die Qualität der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ultraschallgeschweißten Leiterknoten ausgezeichnet.

Die Verschiebungen der drei Amboßflächen können zweckmäßig durch mechanische Kopplung vorgenommen werden. Vorzugsweise werden beim erfindungsgemäßen Verfahren die drei Amboßflächen jedoch entsprechend einer Programmsteuerung verschoben.

Zur Erleichterung und Beschleunigung des Einlegens der elektrischen Leiter in den Verdichtungsraum und der Entnahme des fertigen Leiterknotens ist es von Vorteil, wenn die zweite Amboßfläche anfangs verschoben wird, bis sie sich außerhalb des Verdichtungsraums befindet, d. h. der Sonotrodenfläche nicht mehr gegenüberliegt. Auf diese Weise steht für den Einlege- bzw. Entnahmevorgang die volle Anfangsbreite des Verdichtungsraums, d. h. praktisch die Breite der Sonotrodenarbeitsfläche zur Verfügung. Nach dem Einlegen der Leiter wird die zweite Amboßfläche als obere Begrenzung des Verdichtungsraums vorgeschoben. Dies kann vor der Verschiebung der ersten Amboßfläche oder gleichzeitig damit, aber auch nach Verschiebung der ersten Amboßfläche erfolgen. In jedem Falle wird durch diesen Bewegungsablauf der Verdichtungsraum nach oben hin geschlossen.

Vom Stande der Technik (DE-OS 35 08 122) ausgehend umfaßt eine insbesondere zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung zum Verbinden elektrischer Leiter wie Litzen durch Ultraschall eine Ultraschallschwingungen erzeugende Sonotrode, einen als Gegenwerkzeug dienenden mehrteiligen Amboß und einen von drei Amboßflächen und einer Sonotrodenfläche begrenzten querschnittsveränderbaren Verdichtungsraum für die elektrischen Leiter, dessen Längsachse parallel zu den zu verbindenden Leitern verläuft und dessen Stirnseiten zum Durchführen der Leiter geöffnet sind, wobei ein die erste Amboßfläche aufweisendes erstes Amboßteil parallel zu der Sonotrodenfläche und diese mit engem Luftspalt überlappend verschiebbar gelagert ist, während die zweite und dritte Amboßfläche an einem zweiten Amboßteil vorgesehen sind, welches entlang der der ersten Amboßfläche gegenüberliegenden dritten Amboßfläche unter Einhaltung eines engen Luftspalts zu einer ihr benachbarten parallelen Fläche

der Sonotrode verschiebbar gelagert ist, und mit einem Querhaupt verbunden ist, an welchem sich die der Sonotrodenfläche gegenüberliegende zweite Amboßfläche und eine Anschlagfläche für die erste Amboßfläche befinden, wobei beide Amboßteile mit einer Antriebsvorrichtung für die Schiebebewegungen in Verbindung stehen.

Hiervon ausgehend ist die erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch gekennzeichnet, daß das Querhaupt parallel zur Sonotrodenfläche verschiebbar an dem zweiten Amboßteil gelagert ist und mit einer in Schieberichtung wirksamen Antriebsvorrichtung verbunden ist. Diese Ausgestaltung der Vorrichtung ermöglicht bei der Durchführung des angegebenen Verfahrens eine von der Verschiebung des ersten Amboßteils erzwungene gleichgerichtete Verschiebung des Querhaupts während der zweiten Verdichtungsphase des Verfahrens. Unabhängig von dem angegebenen Verfahren läßt sich diese besondere Vorrichtungsausgestaltung auch für eine stufenlose Einstellung der Breite des Verdichtungsraums als auch für eine programmierte Bewegungssteuerung des Querhaupts verwenden. Die letztere ermöglicht insbesondere dann beliebige Bewegungssteuerungen der den Verdichtungsraum begrenzenden Flächen, wenn auch die beiden Amboßteile jeweils mit einer Antriebsvorrichtung für unabhängige Bewegungssteuerung verbunden sind.

Für die mechanische Verschiebungskopplung der drei Amboßflächen ist die Vorrichtung vorteilhaft so ausgebildet, daß die Antriebsvorrichtung eine fest mit dem Querhaupt verbundene Mitnehmereinrichtung ist, auf die das erste Amboßteil oder ein zusammen mit dem ersten Amboßteil verschiebbares Bauteil auftrifft, bevor die erste Amboßfläche kraftschlüssig an die Anschlagfläche des Querhaupts angedrückt werden kann. Bei dieser Vorrichtungsausgestaltung wird das Querhaupt von der Mitnehmereinrichtung in Verschieberichtung des ersten Amboßteils mitgenommen, sobald das erste Amboßteil auf die Mitnehmereinrichtung auftrifft. Um eine zu hohe Reibung zwischen der ersten Amboßfläche und der Anschlagfläche am Querhaupt zu vermeiden geschieht die Bewegungsankopplung des Querhaupts vor einer kraftschlüssigen Andrückung der ersten Amboßfläche an die erwähnte Anschlagfläche. Diese beiden Flächen müssen zur Schließung des Verdichtungsraums lediglich drucklos aneinanderliegen.

Um nach dem Ultraschallschweißvorgang das Querhaupt wieder in die Ausgangslage bewegen zu können, ist das Querhaupt zweckmäßig aus seiner den Verdichtungsraum begrenzenden Stellung gegen die Kraft einer Rückstellfeder verschiebbar.

Zur Koordinierung der Verschiebebewegungen der beiden Amboßteile ist bei mechanischer Kopplung die Anordnung mit Vorteil so getroffen, daß das erste Amboßteil und das zweite Amboßteil eine gemeinsame Antriebsvorrichtung aufweisen, die an ein bewegbar gelagertes Steuerglied angreift, welches mit zwei Stellelementen versehen ist, die mit jeweils zugeordneten Gegenelementen am ersten und zweiten Amboßteil eingreifen. Hierbei bestimmt die Bewegung des von nur einer Antriebsvorrichtung angetriebenen Steuergliedes die Schiebebewegungen der beiden Amboßteile und damit auch des am zweiten Amboßteil verschiebbar gelagerten Querhaupts.

In einer Ausführungsform kann das Steuerglied ein parallel zur Längsachse des Verdichtungsraums verschiebbar gelagerter Winkelschieber sein, dessen einer Schenkel dem ersten Amboßteil und dessen anderer

Schenkel dem zweiten Amboßteil zugekehrt ist, wobei in beiden Schenkeln als Stellelemente ausgebildete Steuerschlitze vorgesehen sind, in welche an den beiden Amboßteilen oder an mit den Amboßteilen verbundenen Bauteilen befestigte als Kulissengleitbolzen ausgebildete Gegenelemente eingreifen. Durch entsprechende abknickende Gestaltung der Steuerschlitze kann die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren angegebene Bewegungskarakteristik erzielt werden.

In einer anderen Ausführungsform ist das Steuerglied als dreiarmer Hebel ausgebildet, der an seinem mittleren Bereich um einen zur Längsachse des Verdichtungsraums parallelen Schwenkbolzen schwenkbar gelagert ist, mit einem Arm an die ebenfalls schwenkbar gelagerte Antriebsvorrichtung angelenkt ist und mit seinen beiden anderen Armen, deren Enden die Stellelemente bilden, in die Gegenelemente bildende Ausnehmungen in den beiden Amboßteilen oder in mit den Amboßteilen verbundenen Bauteilen eingreifen. Schwenkbewegungen des dreiarmligen Hebels erzwingen bei dieser Ausführungsform davon abgeleitete Verschiebebewegungen der beiden Amboßteile und damit auch des Querhaupts.

In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Antriebsvorrichtung für das Querhaupt ein nachlauffreier elektrischer Stellmotor, der mit einer antreibbaren Stellgewindespindel in eine am Querhaupt befestigte Stellgewindemutter eingreift. Diese Ausführungsform erlaubt eine völlig unabhängige Verschiebung des Querhaupts von den Schiebebewegungen der beiden Amboßteile und eignet sich daher besonders für die Programmsteuerung der Schiebebewegungen der beiden Amboßteile und des Querhaupts, insbesondere dann, wenn auch dem ersten und dem zweiten Amboßteil jeweils ein nachlauffreier elektrischer Stellmotor als Antriebsvorrichtung für die Schiebebewegungen zugeordnet ist, der mit einer antreibbaren Stellgewindespindel in eine am zugeordneten Amboßteil oder einem damit verbundenen Bauteil befestigten Stellgewindemutter eingreift.

Diese Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung eignet sich für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei die Bewegungen der drei Amboßflächen entsprechend einem festgelegten veränderbaren Programm gesteuert werden. Die Programmsteuerung kann sowohl die zeitliche Abfolge der Verschiebebewegungen als auch die jeweiligen Schiebewege einschließen. Aber auch unabhängig von dem erfindungsgemäßen Verfahren erlaubt diese Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung beliebige koordinierte Verschiebebewegungen der beiden Amboßteile und des Querhaupts.

Weitere Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend anhand der Ausführungsbeispiele darstellenden Zeichnungen, die teilweise die Vorrichtungseinzelteile schematisiert angeben, näher beschrieben. Darin zeigt:

Fig. 1a–1d zur Veranschaulichung des Verfahrensablaufs die den Verdichtungsraum umgebenden Vorrichtungsteile in unterschiedlichen Relativstellungen, teils in perspektivischer Darstellung und teils in Vorderansicht,

Fig. 2 eine weitere Vorderansicht der den Verdichtungsraum umgebenden Werkzeugteile bei außerhalb des Verdichtungsraums befindlichem Querhaupt,

Fig. 3 eine erste Ausführungsform der Ultraschallschweißvorrichtung in Vorderansicht,

Fig. 4 das Steuerglied der Vorrichtung gemäß Fig. 3 in perspektivischer Darstellung,

Fig. 5 eine zweite Ausführungsform der Ultraschallschweißvorrichtung in Vorderansicht,

Fig. 6 eine dritte Ausführungsform der Ultraschallschweißvorrichtung in Vorderansicht und

Fig. 7 eine vierte Ausführungsform der Ultraschallschweißvorrichtung mit einer Darstellung der wesentlichen Vorrichtungsteile in Vorderansicht.

Zur Erläuterung der den Verdichtungsraum umgebenden und bildenden Werkzeugteile der Vorrichtung wird zunächst auf die schematischen Darstellungen gemäß Fig. 1a bis 1d Bezug genommen. Von einer Sonotrode 1 ist dort nur der Sonotrodenkopf und die etwa horizontale Sonotrodenfläche 2 als Arbeitsfläche der Sonotrode dargestellt. Im übrigen ist die Sonotrode 1 so ausgebildet, wie das bei derartigen Ultraschallschweißvorrichtungen üblich ist. Oberhalb der Sonotrodenfläche 2 befindet sich ein an beiden Stirnseiten offener Verdichtungsraum 3, der während des Schweiß- und Verdichtungsvorganges seine Abmessungen und seine Gestalt ändert, wie die Fig. 1a bis 1d zeigen. Gegenüber der als feststehend anzusehenden Sonotrode 1 sind die übrigen Werkzeugteile teils horizontal und teils vertikal verschiebbar, wie nachfolgend erläutert wird.

Unmittelbar oberhalb der Sonotrodenfläche 2 und diese in allen Stellungen mit engem Luftspalt überlappend ist ein erstes Amboßteil 4 horizontal verschiebbar, d. h. parallel zur Sonotrodenfläche 2 verschiebbar, angeordnet, an welchem sich eine erste Amboßfläche 5 befindet. Eine zweite Amboßfläche 6 liegt der Sonotrodenfläche 2 planparallel gegenüber und befindet sich an einem Querhaupt 7, welches horizontal verschiebbar an einem zweiten Amboßteil 8 gelagert ist. Das zweite Amboßteil 8 besitzt eine der ersten Amboßfläche 5 planparallel gegenüberliegende dritte Amboßfläche 9. Das zweite Amboßteil 8 ist unter Einhaltung eines engen Luftspalts zu der ihr benachbarten Sonotrodenfläche vertikal verschiebbar gelagert. Weitere Vorrichtungseinzelheiten werden bei Beschreibung der Ausführungsformen der Vorrichtung weiter unten noch näher beschrieben.

Vor Beginn des Schweiß- und Verdichtungsvorganges befinden sich die Werkzeugteile in der in Fig. 1a gezeigten Stellung, in welcher das erste Amboßteil 4 bezogen auf die zeichnerische Darstellung maximal nach links verschoben ist, so daß zwischen der ersten Amboßfläche 5 und einer ihr planparallel gegenüberliegenden Anschlagfläche 10 am Querhaupt 7 ein Einlegespalz 11 gebildet ist. Das zweite Amboßteil 8 mit dem daran verschiebbar gelagerten Querhaupt 7 befinden sich in ihrer angehobenen Stellung, in welcher zwischen der Sonotrodenfläche 2 und der zweiten Amboßfläche 6 der größte und ggf. einstellbare vertikale Abstand besteht.

Nach dem Einlegen der zu verschweißenden Leiter durch den Einlegespalz 11 hindurch wird der Verdichtungsraum 3 durch horizontales Verschieben des ersten Amboßteils 4 bis zur drucklosen Anlage der ersten Amboßfläche 5 an die Anschlagfläche 10 geschlossen. Danach beginnt die erste Verdichtungsphase des Verfahrens durch Abwärtsbewegung des zweiten Amboßteils 8 zusammen mit dem Querhaupt 7 bei stillstehendem ersten Amboßteil 4. Die Stellung der Werkzeugteile, die diese etwa bei Abschluß der ersten Verdichtungsphase einnehmen, ist in Fig. 1c dargestellt. Wie durch Vergleich von Fig. 1b mit Fig. 1c ersichtlich ist, wird die Höhe des Verdichtungsraums 3 während der ersten Verdichtungsphase bei gleichbleibender Breite bereits erheblich verringert.

Etwa mit der in Fig. 1c gezeigten Stellung der Werk-

zeugteile beginnt die zweite Verdichtungsphase, bei welcher eine Bewegungsüberlagerung stattfindet. Einerseits setzen das zweite Amboßteil 8 und das damit verbundene Querhaupt ihre Abwärtsbewegung noch fort, wie der vertikal eingezeichnete Pfeil in Fig. 1d veranschaulicht, und andererseits bewegen sich jetzt das erste Amboßteil 4 und das Querhaupt 7 bezogen auf die Zeichnung gemeinsam nach rechts. Dadurch wird sowohl das Höhenmaß als auch das Breitenmaß des Verdichtungsraums 3 verringert. Während dieser zweiten Verdichtungsphase erfolgen gleichzeitig vertikale und horizontale Verdichtungseinwirkungen auf die im Verdichtungsraum 3 eingeschlossenen Leiter. Während der zweiten Verdichtungsphase wird die Ultraschallenergie aktiviert, so daß die eingeschlossenen Leiter miteinander verschweißen.

Bei der in Fig. 2 gezeigten Stellung der Werkzeugteile ist das Querhaupt 7 bezüglich der Zeichnung soweit nach rechts verschoben, daß seine Anschlagfläche 10 nicht mehr über die dritte Amboßfläche 9 vorsteht. Auf diese Weise wird ein sehr breiter Einlegespalz 11' erhalten, der praktisch die Breite der Sonotrodenfläche 2 aufweist und das Einlegen der Leiter vor dem Verdichtungs- und Schweißvorgang wie auch das Entnehmen des geschweißten Leiterknotens aus dem Verdichtungsraum wesentlich erleichtert. Wenn die Ausbildung der Ultraschallschweißvorrichtung die in Fig. 2 gezeigte Stellung der Werkzeugteile zuläßt, so beginnt der Arbeitszyklus mit der in Fig. 2 gezeigten Stellung der Teile. Nach dem Ultraschallschweißvorgang wird der Verdichtungsraum 3 durch entsprechende Rückbewegung der Werkzeugteile in die in Fig. 1a bzw. in Fig. 2 gezeigte Stellung geöffnet, so daß der fertige Leiterknoten entnommen werden kann.

Zur Erläuterung einer ersten Ausführungsform der Gesamtvorrichtung wird nunmehr auf Fig. 3 in Verbindung mit Fig. 4 Bezug genommen. Basisteil der Vorrichtung ist ein Montageblock 12, an welchem die Amboßteile 4 und 8 verschiebbar gelagert sind. Zu diesem Zweck ist das Amboßteil 4 mit einem Querschlitzen 13 verschraubt, der an einem Führungsbett 14 des Montageblocks 12 horizontal verschiebbar geführt ist. An einem weiteren senkrecht ausgerichteten Führungsbett 15 ist das zweite Amboßteil vertikal verschiebbar geführt. Das Querhaupt 7 ist an einem Führungsbett 16 des zweiten Amboßteils 8 horizontal verschiebbar geführt. Die Luftspalte 17 und 18 zwischen dem ersten Amboßteil 4 und der Sonotrode 1 bzw. dem zweiten Amboßteil 8 und der Sonotrode 1 sind in den Zeichnungen übertrieben groß dargestellt. Tatsächlich ist die Spaltbreite so gering, daß auch beim Verschweißen feiner Litzen keine Litzen in die Luftspalte eintreten können.

Die Schiebebewegung des Querhaupts 7 wird bei dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 durch eine Antriebsvorrichtung bewirkt, die mit derjenigen des in Fig. 5 gezeigten zweiten Ausführungsbeispiels übereinstimmt. Diese Antriebsvorrichtung besteht im wesentlichen aus einer Mitnehmereinrichtung 19, welche die vertikalen Bewegungen des zweiten Amboßteils 8 und des Querhaupts 7 mitmacht. An ein fest mit dem Querhaupt 7 verbundenen Steg 22 schließt ein nach unten gerichtetes Brückenteil 20 an, dessen untere Ende eine sich bezogen auf die Zeichnung nach links erstreckende Anschlagstange 23 befestigt ist, welche vor dem Querschlitzen 13 mit einem Anschlag 24 endet. An der Anschlagstange 23 befindet sich ein Vorsprung 25, dem mit Abstand ein am zweiten Amboßteil 8 befestigtes Gegenlager 26 gegenübersteht. Zwischen dem



Vorsprung 25 und dem Gegenlager 26 ist eine als Schraubendruckfeder ausgebildete Rückstellfeder 27 eingespannt. In der dargestellten Öffnungsstellung des Verdichtungsraums 3 wird die mit Bezug auf die Zeichnung nach links gerichtete Rückstellverschiebung des Querschnitts 7 durch einen am Montageblock 12 befestigten Anschlag 28 begrenzt. Die Anordnung ist so getroffen, daß beim Schließen des Verdichtungsraums 3, d. h. bei der Verschiebung des ersten Amboßteils 4 nach rechts der Querschlitten 13 auf den Anschlag 24 der Anschlagstange 23 auftrifft, bevor sich die erste Amboßfläche 5 fest gegen die Anschlagfläche 10 des Querschnitts 7 legen kann. Bei fortgesetzter Verschiebung des ersten Amboßteils 4 nach rechts wird das Querschnitt 7 über die Mitnehmereinrichtung 19 ebenfalls nach rechts verschoben. Diese gemeinsame Horizontalbewegung des ersten Amboßteils 4 und des Querschnitts 7 entspricht der zweiten Verdichtungsphase des geschilderten Verfahrens.

Bei der in den Fig. 3 und 4 dargestellten ersten Ausführungsform der Vorrichtung ist für das erste Amboßteil 4 und das zweite Amboßteil 8 eine gemeinsame Antriebsvorrichtung vorgesehen, beispielsweise in Fig. 4 schematisch angedeutete Pneumatikzylinder- und -kolbenanordnung 29, deren Kolbenstange 30 fest mit einem Winkelschieber 31 verbunden ist, während deren Zylinder in fester nicht dargestellter Verbindung mit dem Montageblock 12 steht. Der Winkelschieber 31 steuert die koordinierten Bewegungen des ersten Amboßteils 4 und des zweiten Amboßteils 8. Zu diesem Zweck besitzt er zwei Schenkel 32 und 33, von denen der Schenkel 32 dem ersten Amboßteil 4 und der Schenkel 33 dem zweiten Amboßteil 8 zugekehrt ist. Am Schenkel 33 befindet sich ein Führungsvorsprung 34, mit welchem der Winkelschieber 31 an einem Führungsbett 35 des Montageblocks 12 horizontal verschiebbar gelagert ist. Das Führungsbett 35 ist rechtwinklig zu den Führungsbetten 14 und 15 ausgerichtet.

An den Außenflächen der Schenkel 32 und 33 befinden sich Steuerschlitze 36 bzw. 37. In die Steuerschlitze 36 und 37 greifen Kulissengleitbolzen 38 bzw. 39 ein, von denen der Bolzen 38 am Querschlitten 13 und der Bolzen 39 am zweiten Amboßteil befestigt ist.

Wird der Winkelschieber 31 ausgehend von der in Fig. 3 gezeigten Stellung der Werkzeugeile in Richtung des Pfeils 40 in Fig. 4 durch entsprechendes Druckluftbeaufschlagung der Pneumatikzylinder- und -kolbenanordnung 29 verschoben, so ergibt sich für die Werkzeugeile aufgrund der Ausbildung der Steuerschlitze 36 und 37 die verfahrensgemäße Bewegungscharakteristik. Zu diesem Zweck ist der Steuerschlitz 36 aus drei Schlitzabschnitten 41, 42 und 43 zusammengesetzt, während der Steuerschlitz 37 nur aus zwei Schlitzabschnitten 44 und 45 gebildet ist. Bei geöffnetem Verdichtungsraum entsprechend Fig. 3 befindet sich der Kulissengleitbolzen 38 im Schlitzabschnitt 41, während sich der Kulissengleitbolzen 39 im Schlitzabschnitt 44 befindet. Wird die Kolbenstange 30 in Richtung des Pfeils 40 bewegt, so gleitet der Kulissengleitbolzen 38 im schräg zur Bewegungsrichtung ausgerichteten Schlitzabschnitt 41, wodurch der Querschlitten 13 und damit das erste Amboßteil 4 mit Bezug auf die Darstellung in Fig. 3 nach rechts verschoben werden. Da der Schlitzabschnitt 44 parallel zur Schieberichtung des Winkelschiebers 31 verläuft, bleiben der Kulissengleitbolzen 39 und damit das zweite Amboßteil 8 zunächst in der in den Fig. 1b und 3 gezeigten Lage. Wenn der Querschlitten 13 an den Anschlag 24 der Mitnehmereinrichtung anschlägt, hat

der Kulissengleitbolzen 38 den schräggestellten Schlitzabschnitt 41 verlassen und befindet sich am Anfang des zur Schieberichtung des Winkelschiebers 31 parallelen Schlitzabschnitts 42. Bei fortgesetzter Verschiebung des Winkelschiebers 31 bleibt daher der Kulissengleitbolzen 38 und damit das erste Amboßteil 4 in der erreichten Schließlage für den Verdichtungsraum, wie sie durch die Fig. 1b und 1c repräsentiert ist. Gleichzeitig tritt aber der Kulissengleitbolzen 39 in den gegenüber der Schieberichtung des Winkelschiebers 31 schräggestellten Schlitzabschnitt 45 ein, womit bei fortgesetzter Verschiebung des Winkelschiebers 31 in Richtung des Pfeils 40 die Abwärtsverschiebung des zweiten Amboßteils 8 beginnt. Wenn bei weiterhin fortgesetzter Verschiebung des Winkelschiebers 31 in derselben Richtung der Kulissengleitbolzen 38 in den wiederum zur Schieberichtung schräggestellten Schlitzabschnitt 43 eintritt, verschiebt sich der Querschlitten 13 und damit auch das erste Amboßteil 4 weiter nach rechts. Gleichzeitig aber wird die Abwärtsbewegung des zweiten Amboßteils 8 fortgesetzt, weil sich der Kulissengleitbolzen 39 noch in dem schräggestellten Schlitzabschnitt 45 befindet. Zusammen mit der in dieser zweiten Verdichtungsphase folgenden Verschiebung des ersten Amboßteils 4 nach rechts wird auch das Querschnitt 7 über die Mitnehmereinrichtung 19 nach rechts verschoben.

Die in Fig. 5 dargestellte zweite Ausführungsform der Vorrichtung unterscheidet sich von der mit Bezug auf Fig. 3 beschriebenen Ausführungsform im wesentlichen durch eine abweichende Ausbildung des die Bewegung der Werkzeugeile bewirkenden Steuergliedes. Dieses ist als dreiarmer Hebel 46 ausgebildet, der an seinem mittleren Bereich um einen am Montageblock 12 befestigten Schwenkbolzen 47 schwenkbar gelagert ist. Mit seinem nach unten weisenden Arm 48 ist der Hebel 46 mittels eines Lagerbolzens 49 an die Kolbenstange 50 einer beispielsweise pneumatisch betriebenen Zylinder- und -kolbenanordnung 51 angelenkt. Der Zylinder dieser Anordnung 51 ist über einen Lagerbolzen 75 schwenkbar mit dem Montageblock 12 verbunden.

Mit den Enden seiner beiden anderen Arme 52 und 53 greift der dreiarmer Hebel 46 in jeweils eine Ausnehmung 54 im Querschlitten 13 bzw. 55 im zweiten Amboßteil 8 ein. Während die Ausnehmung 54 im Querschlitten 13 das zugeordnete Armende eng umschließt, ist die Ausnehmung 55 im zweiten Amboßteil 8 schlitzförmig ausgebildet, wobei das zugeordnete Armende in der in Fig. 5 dargestellten Öffnungsstellung des Verdichtungsraums 3 sich im oberen Ende der schlitzförmigen Ausnehmung 55 befindet.

Aufgrund der beschriebenen Anordnung liegt bei der in Fig. 5 dargestellten zweiten Ausführungsform eine gegenüber der mit Bezug auf Fig. 3 beschriebenen ersten Ausführungsform veränderte Bewegungscharakteristik vor. Wird die Kolbenstange 50 in Richtung des Pfeils 56 in Fig. 5 bewegt, so verschwenken alle Arme des dreiarmligen Hebels 46 im Uhrzeigersinn. Während der nach oben gerichtete Arm 52 wegen des praktisch bestehenden Formschlusses mit der Ausnehmung 54 den Querschlitten 13 und damit das erste Amboßteil 4 sofort mit Bezug auf die Zeichnung nach rechts verschiebend mitnimmt, wandert das Ende des Arms 53 in der schlitzförmigen Ausnehmung 55 zunächst über einen Totweg, so daß das zweite Amboßteil 8 nicht nach unten verschoben wird. Hierbei sind geeignete Mittel vorgesehen, welche eine unbeabsichtigte Abwärtsverschiebung des zweiten Amboßteils 8 verhindern, wenn sich das Ende des Arms 53 aus der in Fig. 5 gezeigten

Stellung nach unten verlagert. Diese erste Bewegung des ersten Amboßteils 4 entspricht noch der Prinzipdarstellung gemäß Fig. 1b. Wenn das Ende des Arms 53 am unteren Ende der Ausnehmung 55 angekommen ist, wird das zweite Amboßteil 8 bei fortgesetzter Verschwenkung des dreiarmligen Hebels 46 im Uhrzeigersinn nach unten verschoben. Wegen des Formschlusses zwischen der Ausnehmung 54 und dem Ende des Arms 52 wird allerdings auch das erste Amboßteil 4 weiter horizontal nach rechts verschoben und nimmt dabei über die Minehmereinrichtung 19 das Querhaupt 7 mit. Bei der Vorrichtung gemäß Fig. 5 erfolgen daher nicht in zeitlicher Abfolge zwei Verdichtungsphasen, sondern überlagerte Horizontal- und Vertikalverdichtungen werden gleichzeitig vorgenommen. Voraussetzung hierfür ist wiederum die erfindungsgemäße Verschiebbarkeit des Querhaupts 7 am zweiten Amboßteil 8.

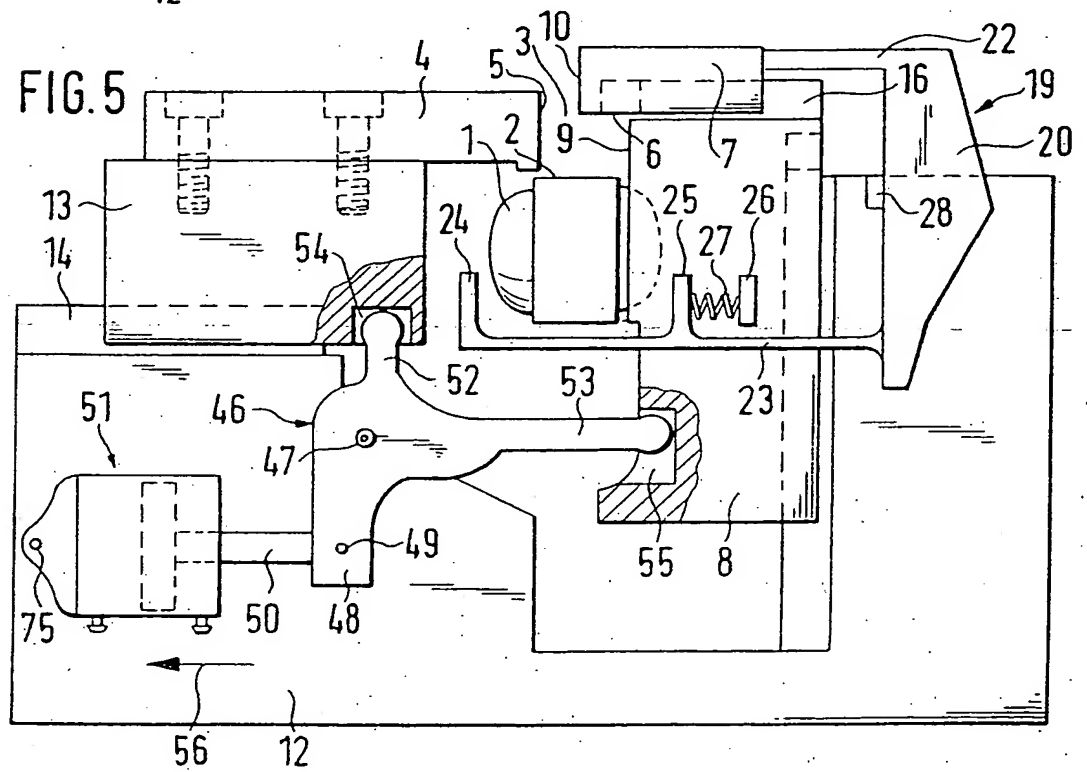
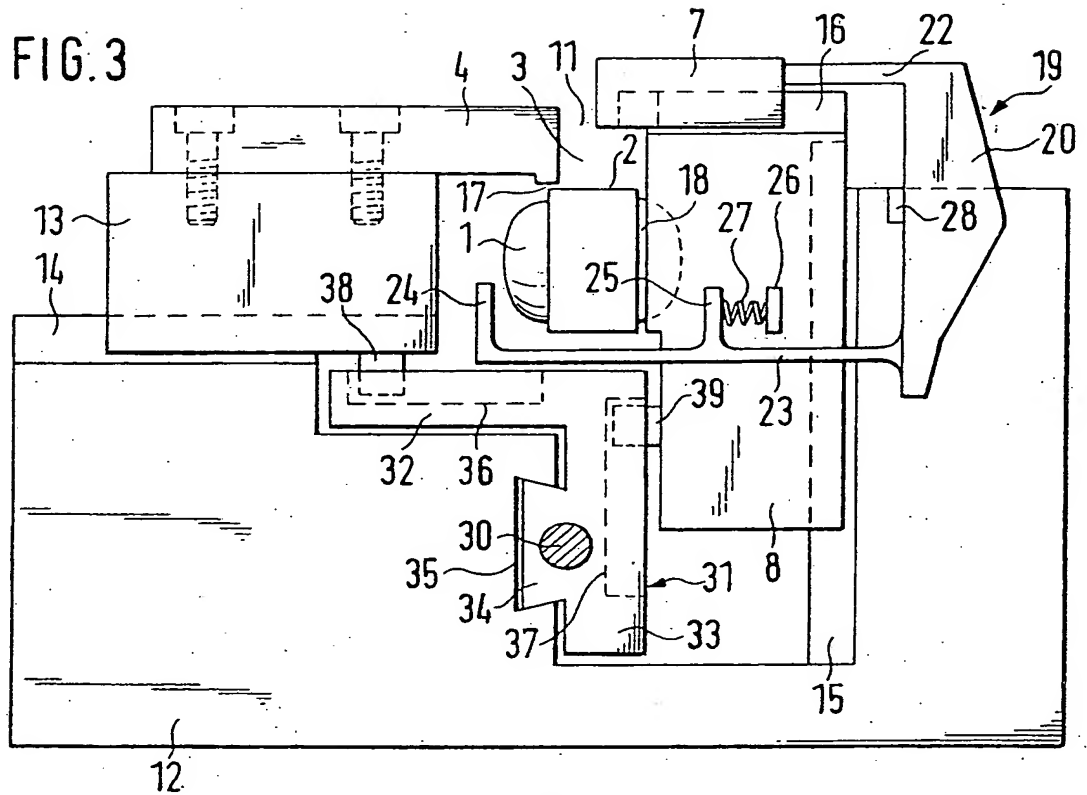
Die in Fig. 6 dargestellte dritte Ausführungsform der Vorrichtung hat mit der in Fig. 7 gezeigten vierten Ausführungsform der Vorrichtung die Gemeinsamkeit, daß das Querhaupt 7 und die beiden Amboßteile 4 und 8 jeweils mit einer getrennten Antriebsvorrichtung verbunden sind, wodurch die Schiebewebewegungen dieser drei Werkzeugteile in gewünschter Weise durch eine geeignete Programmschaltung aufeinander abgestimmt werden können, wodurch jede gewünschte Bewegungscharakteristik der beiden Amboßteile 4 und 8 und des Querhaupts 7 ermöglicht wird, einschließlich der mit Bezug auf die Fig. 1a bis 1d und 2 angegebenen Bewegungscharakteristik.

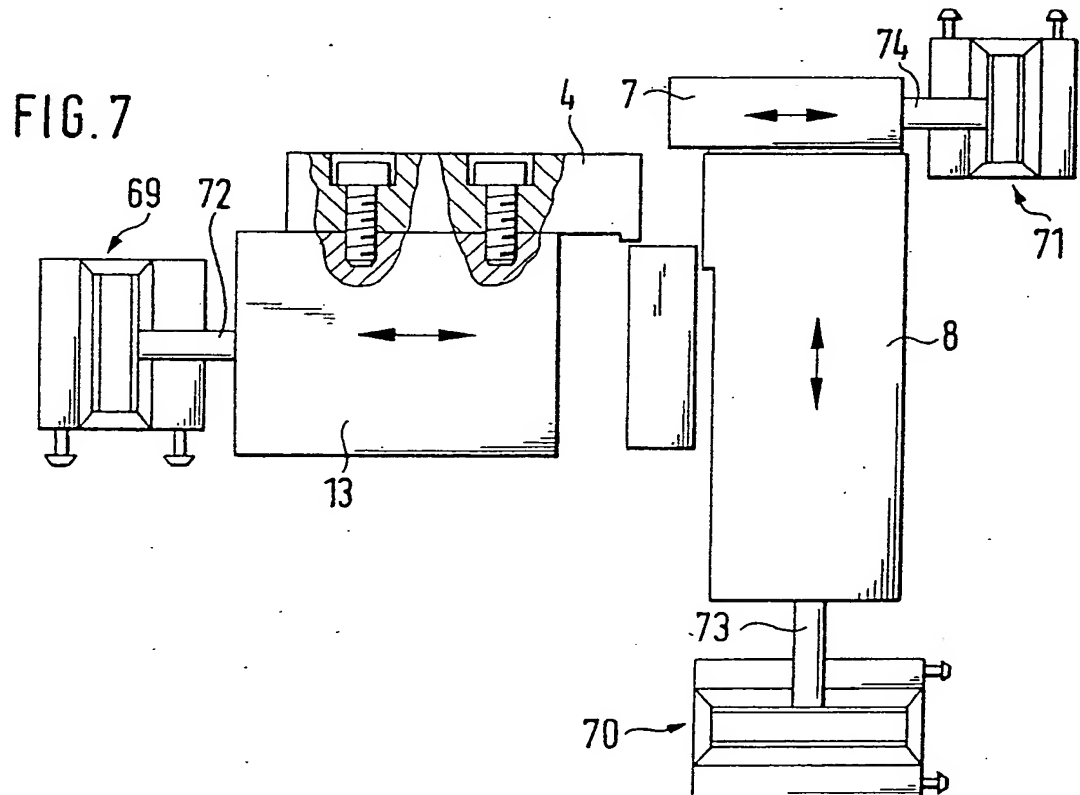
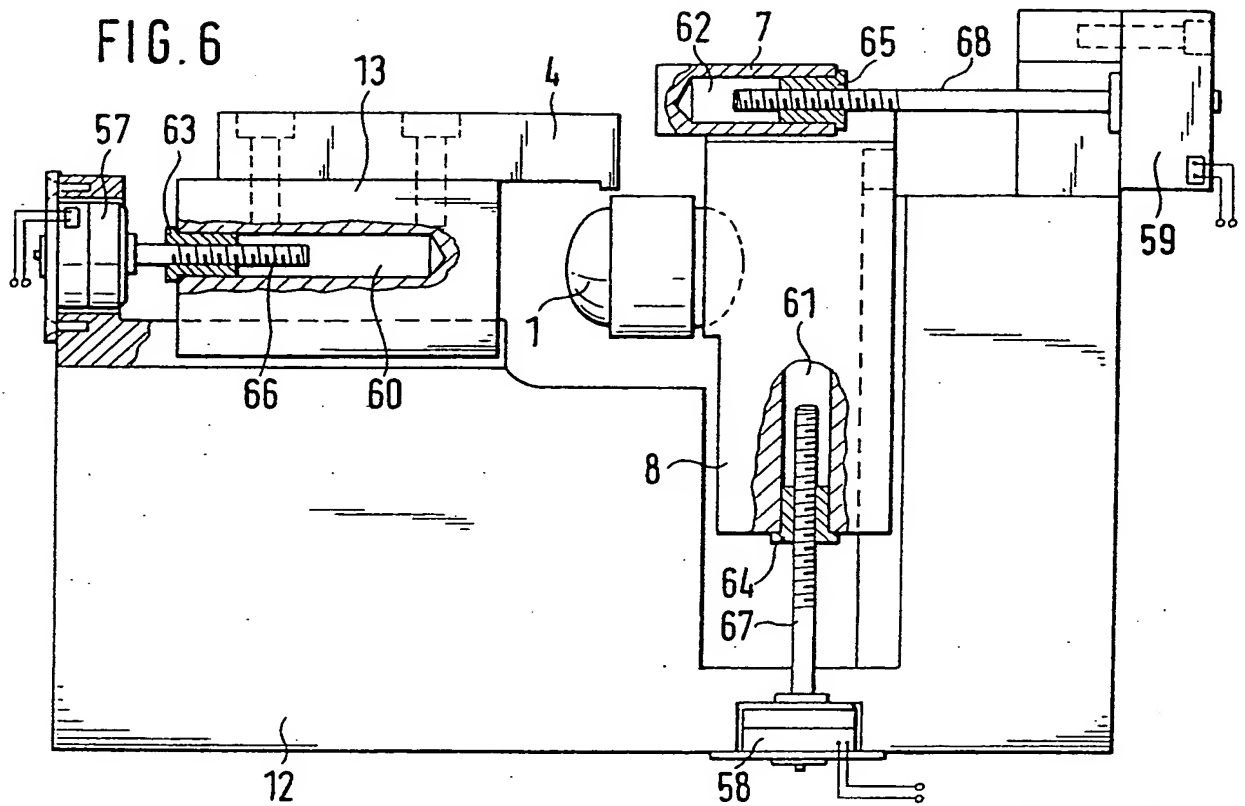
Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 6 ist den beiden Amboßteilen 4 und 8 sowie dem Querhaupt 7 jeweils ein nachlaufbarer elektrischer Stellmotor 57 bzw. 58 bzw. 59 zugeordnet. Die Stellmotoren sind fest mit dem Montageblock 12 verbunden. In dem Querschlitzen 13, dem zweiten Amboßteil 8 und dem Querhaupt 7 befindet sich jeweils eine Sackbohrung 60 bzw. 61 bzw. 62, die jeweils durch eine Stellgewindemutter 63 bzw. 64 bzw. 65 nach außen geschlossen ist. In jede Stellgewindemutter ist eine von dem zugehörigen Stellmotor drehend in beiden Drehrichtungen antreibbare Stellgewindespindel 66 bzw. 67 bzw. 68 eingeschraubt. Die Stellmotoren erlauben auch sehr kleine Drehwinkelbeträge, wodurch entsprechend geringe Schiebeweglängen für die angeschlossenen Werkzeugteile ermöglicht werden. Andererseits können aber auch entsprechend lange Schiebewege durch entsprechende Umdrehungsanzahl der Stellgewindespindeln erreicht werden. Diese Ausführungsform der Vorrichtung erlaubt ebenso wie die mit Bezug auf Fig. 7 zu beschreibende Ausführungsform eine Verschiebung des Querhaupts 7 in die in Fig. 2 gezeigte Stellung.

Bei der in Fig. 7 dargestellten vierten Ausführungsform der Vorrichtung sind sämtliche Stellmotoren 57, 58 und 59 der Ausführungsform gemäß Fig. 6 ersetzt durch pneumatisch oder hydraulisch zu betätigende Zylinder- und -kolbenanordnungen 69, 70 und 71. Die zugehörigen Kolbenstangen 72, 73 und 74 sind mit dem Querschlitzen 13 bzw. dem zweiten Amboßteil 8 bzw. dem Querhaupt 7 fest verbunden. Zum individuellen Antrieb der drei Werkzeugteile können auch teils Stellmotoren und teils Zylinder- und -kolbenanordnungen eingesetzt werden.

- Leerseite -







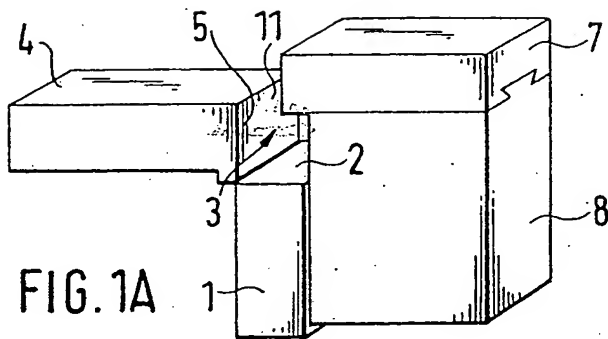


FIG. 1A

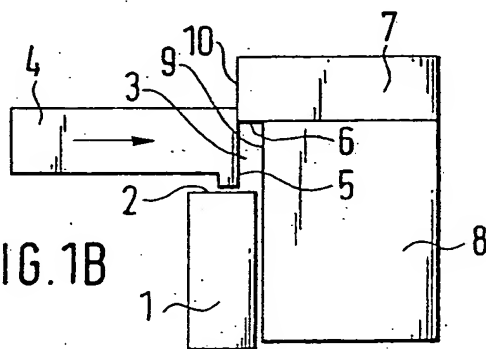


FIG. 1B

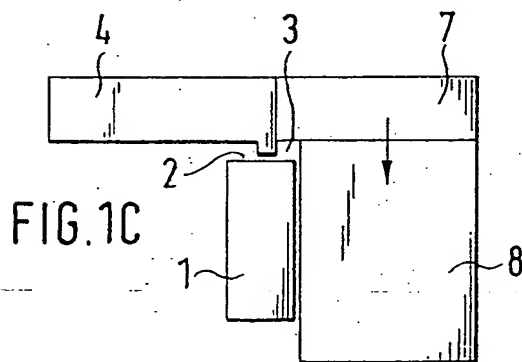


FIG. 1C

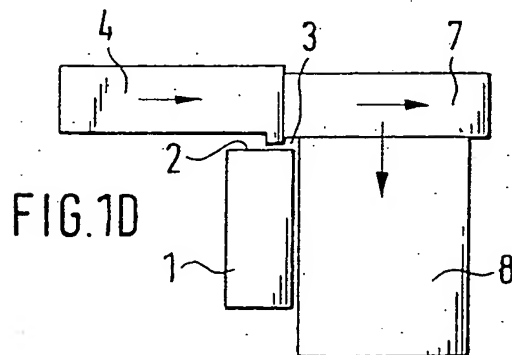


FIG. 1D

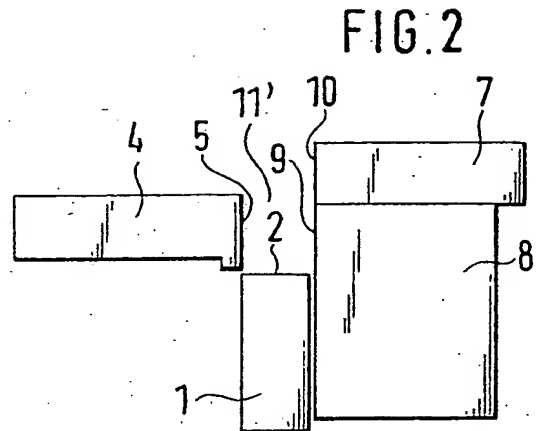


FIG. 2

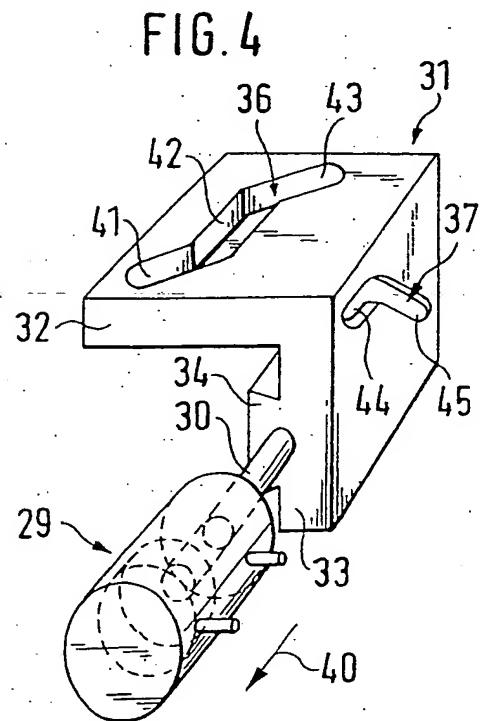


FIG. 4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**